

PLASMA CVD SYSTEM AND THIN FILM DEPOSITION METHOD

Publication number: JP2001220681

Publication date: 2001-08-14

Inventor: ENDO TETSUYA; WATANABE NAOKI

Applicant: ANELVA CORP

Classification:

- international: C23C16/509; C23C16/27; G11B5/84; H01L21/205;
H01L21/285; C23C16/50; C23C16/26; G11B5/84;
H01L21/02; (IPC1-7): C23C16/509; G11B5/84;
H01L21/205; H01L21/285

- European:

Application number: JP20000029235 20000207

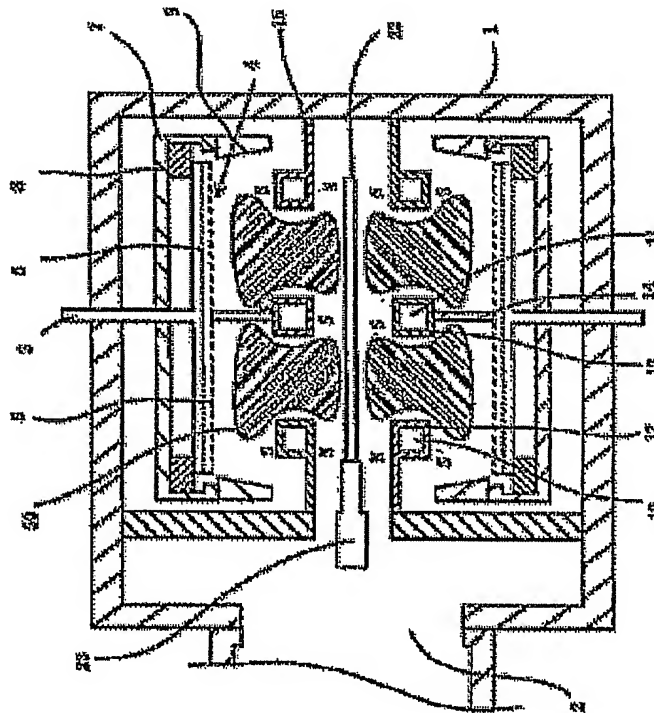
Priority number(s): JP20000029235 20000207

Report a data error here

Abstract of JP2001220681

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma CVD system compactly and inexpensively producible by a simple constitution and capable of depositing a thin film uniform in film thickness over the effective surface of a substrate at a high speed and to provide a thin film deposition method.

SOLUTION: In this plasma CVD system, a planar discharge electrode and a substrate are set so as to be mutually confronted in a vacuum chamber, and reactive gas introduced into the vacuum chamber is made into plasma by a plasma generating means to deposit a thin film on the substrate, the space between the substrate and the planar discharge electrode is provided with a closed loop type magnetic field generating mechanism generating the magnetic field for forming a high density plasma region in the vicinity of the surface of the substrate.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-220681
(P2001-220681A)

(43) 公開日 平成13年8月14日 (2001.8.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 2 3 C 16/509		C 2 3 C 16/509	4 K 0 3 0
G 1 1 B 5/84		G 1 1 B 5/84	B 4 M 1 0 4
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	5 D 1 1 2
21/285		21/285	C 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-29235 (P2000-29235)

(22) 出願日 平成12年2月7日 (2000.2.7)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 遠藤 徹哉

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
バ株式会社内

(72) 発明者 渡辺 直樹

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
バ株式会社内

(74) 代理人 100111051

弁理士 中西 次郎

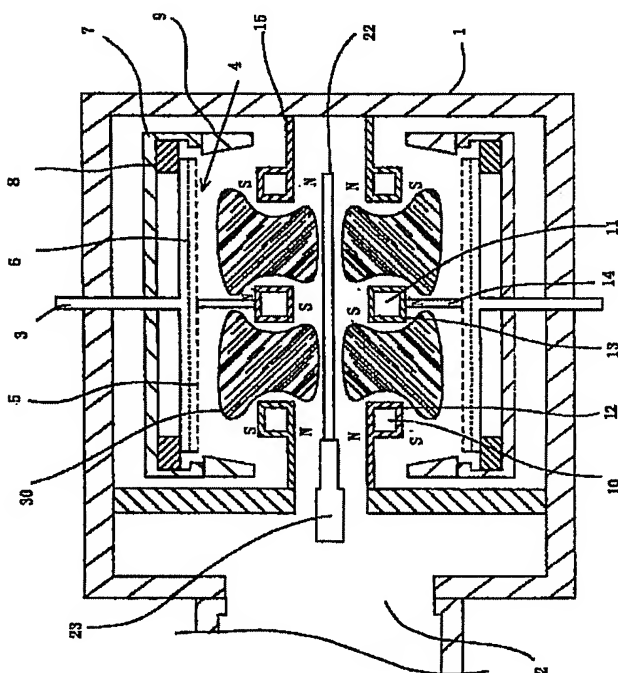
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置及び薄膜形成方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、簡単な構成で小型かつ安価に作製することができ、基板の有効な表面にわたって膜厚が均一な薄膜を高速で堆積することができるプラズマCVD装置及び薄膜形成方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 真空室内に、平板状放電電極と基板とを互いに対向して設置し、真空室内に導入した反応性ガスをプラズマ発生手段によりプラズマ化し、基板上に薄膜を形成するプラズマCVD装置であって、前記基板と前記平板状放電電極との間の空間に、基板表面近傍に高密度プラズマ領域を形成するための磁界を発生させる閉ループ型磁界発生機構を設けたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空室内に、平板状放電電極と基板とを互いに対向して設置し、真空室内に導入した反応性ガスをプラズマ発生手段によりプラズマ化し、基板上に薄膜を形成するプラズマCVD装置であって、前記基板と前記平板状放電電極との間の空間に、基板表面近傍に高密度プラズマ領域を形成するための磁界を発生させる閉ループ型磁界発生機構を設けたことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 前記基板の前記平板状放電電極と反対側に、第2の平板状放電電極を設け、前記基板と第2の放電電極との間の空間に、第2の閉ループ型磁界発生機構を設けたことを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【請求項3】 前記閉ループ型磁界発生機構は、前記基板の中心軸と同軸に配置され、該軸方向又は径方向に着磁された中心磁石と、その外周に軸対称に配置され、前記中心磁石と逆方向に着磁された外周磁石と、からなることを特徴とする請求項1又は2に記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】 前記閉ループ型磁界発生機構は、前記基板の両側に配置された2つの環状の外周磁石であり、該2つの外周磁石の着磁方向を基板面に垂直又は平行とし、かつ互いに反発するように配置したことを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】 前記基板の前記平板状放電電極と反対側に、第2の平板状放電電極を設けたことを特徴とする請求項4項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】 前記中心磁石及び／又は外周磁石は移動可能に配置したことを特徴とする請求項3～5のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項7】 前記磁石に冷却機構を設けたことを特徴とする請求項3～6のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項8】 前記基板にバイアスを印加する手段を設けたことを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項9】 前記基板は、中心孔を有する基板であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか1項に記載されたプラズマCVD装置に所定の反応性ガスを導入し、前記放電電極に電力を印加して前記基板近傍に高密度プラズマを発生させ、前記反応性ガスの構成元素を少なくとも1つ含む薄膜を前記基板上に堆積することを特徴とする薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、プラズマCVD装置及び薄膜形成方法に係り、特に磁気ディスク、半導体

集積回路、液晶表示装置等に用いられるアモルファスシリコン、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等の種々の薄膜を形成するのに好適なプラズマCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 プラズマCVD (PCVD) 装置には、平行平板型、電子サイクロン共鳴 (ECR) 型等、様々な装置構成のものが種々の薄膜形成に用いられ、特に、平行平板型PCVD装置は、簡単な装置構成で安定した成膜が行えることから、半導体集積回路、液晶表示装置、電子部品、磁気ディスク装置等の薄膜形成に広く実用化されている。これらの回路や装置等は、近年の急速な小型化、微細化、高集積化の展開に伴い、これらに用いられる薄膜もより一層の膜厚均一性が求められるとともに、量産性の観点から、高速成膜の要求が強まっている。

【0003】 このようなPCVD装置の現状をハードディスク (HD) の保護膜形成用装置を例に挙げて説明する。ハードディスクのような磁気記録媒体は、中心に孔があいた円板状のアルミニウム製又はガラス製基板を基板ホルダーに装着して、基板の両面からCr等の金属下地膜、CoCrTa等の磁性記録膜及び保護膜を、スパッタ法、PCVD法により順次成膜処理して作製する。ここで、保護膜は、固定磁気ディスク装置 (HDD) の起動・停止時にヘッドとの接触・揺動による損傷や大気との接触による腐食から前記磁気記録膜を保護するために設けられるものであり、信頼性のある書き込み、読み出しを長期にわたり維持する上で極めて重要な構成要素である。この保護膜の中でも、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜は、耐摩耗性、耐食性に優れていることから、ハードディスク保護膜として特に注目をあびている。DLC膜形成用のプラズマCVD装置は、真空室内の2つの平板状電極の間にディスク基板を配置し、メタン (CH₄) やトルエン (C₆H₅CH₃) 等の炭化水素系の反応性ガスを導入した後、RF電力を2つの平板状電極にそれぞれ供給してプラズマを発生させる。反応性ガスはプラズマにより活性化され、生成した活性種が基板上に堆積してカーボン膜が基板両面に同時に形成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の平行平板型放電方式では、プラズマは基板と電極間の空間全体に広がっているために、カーボン膜は基板だけでなく、プラズマと接触している電極部分にも堆積する。すなわち、プラズマが真空室全体に広がり基板周辺の密度が薄くなるため、基板上への堆積速度は遅いという問題があった。その結果、保護膜形成プロセスは、スパッタ法による磁気情報記録層形成からプラズマCVDによるカーボン保護膜形成までの一連のハードディスク製造プロセスの律速となっていた。従って、システムの高スループ

ット化を図り、量産性の優れたシステムを構築するには、カーボン膜の高速成膜が可能なプラズマCVD装置が必須となる。

【0005】以上のPCVD装置であっても、投入電力やガス流量、反応ガス濃度を増加させることにより堆積速度はある程度改善されるが、上記高スルーputを得るには十分でなく、また、重合による膜質の低下、装置の排気システムの大型化、材料コストの面等の制約から、堆積速度はせいぜい1nm/sec程度に止まっているのが現状である。さらに、従来のPCVD装置は、

ハードディスク基板面の膜厚均一性が低いという問題があった。

【0006】そこで、堆積速度を向上させる目的で、電子サイクロトロン共鳴(ECR)プラズマCVD法(特開平2-225672号公報)やマグネトロンプラズマCVD法(特開平3-247770号公報)等が提案されている。しかしながら、ECRプラズマCVD装置は、プラズマ発生手段が大きく、装置全体が複雑、かつ高価なものになるという問題がある上に、ディスク中心孔部やディスク外周部分において膜厚が厚くなり、基板表面の広範囲で均一膜厚のDLC膜を得ることは困難という問題があった。これに対して、特開平11-246972号公報に開示されるように、ディスクの中心孔にダミーのリングを取り付けて成膜することにより、ディスク基板面の膜厚均一性を高める試みがなされているが、リングの取り付け、取り外し等の工数が増え、かえって生産性が低下してしまうという問題があった。

【0007】一方、マグネトロンプラズマCVD法は、放電電極内に磁石を配置し、その磁界により電極周辺のプラズマ密度を増加させて堆積速度を向上させようとするものであるが、通常の平行平板型に比べて堆積速度は改善されるものの未だ十分とは言えず、さらに膜厚均一性が低いという問題があった。特開平3-247770号公報に記載された方法では、基板を移動させることにより膜厚均一性の改善を図っているが、基板を移動させる機構が必要となり、装置全体が大型化するとともに、移動に伴って放電の安定性が低下し、またゴミが発生し易くなるという問題がある。

【0008】以上はハードディスク基板の両面同時成膜を行うPCVD装置について述べたものであるが、Siウエハやガラス基板の片面にアモルファスシリコン、窒化シリコン等を成膜する場合についても、アモルファスシリコン製造の場合は原料ガスにシランやジシラン等のガスを使用し、半導体や電子部品の保護膜や絶縁膜に有効な窒化シリコンにはシラン・アンモニア・窒素等の反応ガスを使用する以外は、事情は同様であり、これらの薄膜についてもより高速の成膜が望まれている。

【0009】本発明は、上記の各問題に鑑み、簡単な構成で小型かつ安価に作製することができ、基板の有効な表面にわたって膜厚が均一な薄膜を高速で堆積すること

ができるプラズマCVD装置を提供することを目的とする。さらに、種々の薄膜を、高速かつ均一に堆積可能な薄膜形成方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、従来のPCVD装置にかかる問題点を解決し、上記目的を達成すべく、高速成膜に有効な高密度のプラズマとその効果的な閉じこめ方法を鋭意検討した結果として、完成するに至ったものである。すなわち、本発明のプラズマCVD装置は、真空室内に、平板状放電電極と基板とを互に対向して設置し、真空室内に導入した反応性ガスをプラズマ発生手段によりプラズマ化し、前記基板上に薄膜を形成するプラズマCVD装置であって、前記基板と前記平板状放電電極との間の空間に、基板表面近傍に高密度プラズマ領域を形成するための磁界を発生させる閉ループ型磁界発生機構を設けたことを特徴とする。このように、真空室内の基板の近くに閉ループ型磁界発生機構を設けることにより、基板面に平行な磁界が発生し、これにより基板近傍に高密度のプラズマを閉じこめることができるようになる。その結果、薄膜の堆積に有効な活性種が基板近傍に多量に生成して基板上に拡散するため、高い堆積速度で薄膜を形成することが可能となる。そして、反応性ガス種を選択することにより、アモルファスシリコン、窒化シリコン、DLC膜等の種々の薄膜を高速成膜することが可能となる。

【0011】前記閉ループ型磁界発生機構は、前記基板の中心軸と同軸に配置され、該軸方向又は径方向に着磁された中心磁石と、その外周に軸対称に配置され、前記中心磁石と逆方向に着磁された外周磁石と、から構成するのが好ましい。永久磁石を用い基板面と平行な磁界を形成することにより、プラズマは効果的に閉じこめられて基板近傍に高密度プラズマ領域を形成することが可能となり、その結果、高速で膜厚均一性に優れた成膜を行うことができる。また、永久磁石を用いているため、その形状、磁気特性等を適宜選択することにより、様々な形状、大きさの基板についても、それぞれに好適な磁場を容易に形成することができ、高速で、かつ均一に薄膜を形成することが可能となる。また、本発明においては、前記閉ループ型磁界発生機構を、前記基板の両側に2つの環状の外周磁石を配置し、該2つの外周磁石の着磁方向を基板面に垂直又は平行とし、かつ互いに反発するように配置する構成としてもよい。このように、中心磁石を省略した場合であっても、2つの外周磁石の相互作用により、水平磁界領域が中心方向に向かって形成されるため、中心磁石を配置した場合と同様に、プラズマの閉じこめ効果が得られ、高速成膜、均一膜厚成膜を実現することができる。

【0012】また、本発明において、前記基板の前記平板状放電電極と反対側に、第2の平板状放電電極を設け、さらには第2の閉ループ型磁界発生機構を設けるこ

ともできる。かかる構成とすることにより、基板両面の高速同時成膜が可能となり、特に、ハードディスク、コンパクトディスク、光ディスク等の生産性をより向上させることができる。また、本発明の閉ループ型磁界発生機構により、ハードディスク等の孔あき基板で従来問題となった中心孔周辺の厚膜化が防止でき、どのような形状であっても優れた均一膜を得ることができる。

【0013】前記中心磁石と外周磁石はそれぞれ移動可能とするのが好ましい。磁石と基板との距離を調整することにより、磁界形状、強度を最適化でき、膜厚均一性を一層向上させることができ、ディスク基板、ウエハ、ガラス基板等、様々な形状、大きさの基板であっても、高い膜厚均一性をもって高速に薄膜を形成することが可能となる。

【0014】本発明のプラズマ CVD 装置においては、前記磁石に冷却機構を設けるのが好ましい。磁石の温度上昇を抑制して磁界強度の変動を防止できる結果、大きな RF パワーで成膜する場合でも、安定した成膜を行うことができる。さらに、前記基板にバイアスを印加する手段を設けるのが好ましい。バイアス印加手段を設けることにより、基板に流れ込むイオンの量、エネルギーを制御するとともに、プラズマの閉じこめ効果を一層高めることが可能となる。この結果、高密度のプラズマの作用及び基板バイアスの作用の相乗効果により、より高特性の薄膜を形成することができる。例えば、極めて高い硬度のダイヤモンドライクカーボン膜を得ることが可能となり、今後ハードディスクがさらに高密度化される場合に要求される保護膜の薄層化にも対応する保護膜を提供することが可能となる。

【0015】本発明の薄膜形成方法は、上記本発明のプラズマ CVD 装置に所定の反応性ガスを導入し、前記放電電極に電力を印加して前記基板近傍に高密度プラズマを発生させ、前記反応ガスの構成元素を少なくとも 1 つ含む薄膜を前記基板上に堆積することを特徴とする。基板近傍に高密度プラズマを形成し、高密度プラズマの作用、さらには制御されたイオンのエネルギー及び量を利用することにより、薄膜の一層の高特性化が可能となるとともに、かかる高特性薄膜を高速かつ均一厚に形成することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。本発明の P CVD 装置の一構成例を図 1～3 に示す。図 1 は、ハードディスク基板の両面に同時に保護膜を形成するための P CVD 装置の全体構成を示す概略断面図、図 2 及び 3 は、閉ループ型磁界発生機構及びその取り付け方法を示す概略図である。

【0017】P CVD 装置は、図 1 に示すように、排気口 2 及びガス導入管 3 を有する真空室 1 の内部に、ガス導入管 3 と接続され、多数のガス噴出口を有する平板状電極 4 と、基板の膜堆積部の上部のプラズマ密度を高め

るための閉ループ型磁界発生機構 10、11 と、がハードディスク基板を保持する基板ホルダー 22 の両側に 2 組配置され、2 枚のハードディスク基板の両面に同時に薄膜を形成することが可能な装置構成となっている。

【0018】図 1 において、高周波電源（不図示）に連結される電極 4 は、多数の噴出口を有する電極プレート 5 からガスが一様に基板側に噴出されるように、内部にシャワープレート 6 が設けられている。この電極 4 は、絶縁リング 8 を介して接地電位にある電極ブロック 7 により支持され、該電極ブロック 7 には、電極プレート 5 と真空室 1 の壁との放電を防止するために電極シールド 9 が設けられている。なお、ガス導入管 3 の電極 4 側の一部は絶縁材で構成され、ガス導入管 3 を接地電位に保っている。また、排気口 2 は、不図示のメインバルブを介して排気装置に接続されている

【0019】閉ループ型磁界発生機構 10、11 は、図 2 (a)、(b) に示すように、基板面に垂直方向で、互いに逆方向に着磁された中心磁石 11 及び外周磁石 10 とからなり、それぞれケース 13、12 に収納されている。中心磁石と外周磁石とで形成される基板面に平行な磁場により、プラズマは基板上の中心磁石と外周磁石との間に閉じこめられて、基板近傍に高密度のプラズマ領域が生成する。図 2 (b) の例では、中心磁石 11 には 4 分割されたブロック磁石、外周磁石には 12 分割されたブロック磁石が用いられているが、一体型の磁石を用いてもよい。なお、取り扱い性、コスト及び作り易さの観点から、通常、外周磁石には 10～15 分割、中心磁石には 1～4 分割したブロック磁石が好適に用いられる。

【0020】中心磁石 11 は、図 3 (b) に示す円筒部材 17 と蓋材 18 とからなるケース 13 内に納められ、ネジが形成された支柱 14 に両端からナット 16 により締め付け固定されており、ナット位置を移動させることにより、基板と磁石との距離を自由に調節することができる。支柱 14 の一端部には鏑 20 が形成されており

(図 2 (a))、この鏑 20 を電極プレート 5 とシャワープレート 6 とで挟持することにより、中心磁石が支持されている。一方、外周磁石 10 は、図 3 (a) に示すように、リング状の樋状部材 19 の中に収納され、蓋の役割をも果たす外周磁石固定板 15 にネジ止め金具 20 を介して固定され、この固定板 15 は、真空室 1 の壁に移動可能に取り付けられる。

【0021】ここで、中心磁石及び外周磁石のケース 13、12 にはステンレス材を用いることができるが、中心磁石ケース 13 は高周波電力が加わりケース材料がスパッタされる可能性があるため、スパッタ率の低いセラミック（アルミナ等）材や堆積しようとする薄膜と同じ材料のケースを用いるのが好ましい。さらに、中心磁石ケースの支柱、ナット等についてもステンレス材を用いることができるが、ケースと同様にセラミック材等を用

いることができる。また、永久磁石としては、SmCo等の希土類金属系磁石が好適に用いられ、基板の大きさ、形状等に応じて、その形状、磁気特性等が定められる。また、アルニコ等他の材質の磁石を用いてもよい。

【0022】図2(c)は、磁石、基板21及び外周磁石固定板15の位置関係を示す平面概略図であり、固定板15の縁は真空室の壁に移動可能に取り付けられる。このように構成することにより、電極プレート5から噴出されるガスはすべて高密度プラズマ空間を通過して基板21上に流れるため、反応ガスの利用効率を向上させることができる。なお、固定板の形状はこれに限らず、例えば図5に示すようなものであってもよい。

【0023】基板ホルダー22は、ハードディスク基板を2枚搭載可能なホルダーであり、ディスク基板の外周側面を3〜4本程度のツメで支持し、基板ホルダー全体を支持具23により保持する構成となっている。また、基板ホルダー22には、バイアス電圧印加手段(不図示)が接続され、基板に入射するイオンの量、エネルギーを制御することができる。ここで、バイアス印加手段としては、基板材質等により、高周波、パルスまたは直

流電源を用いることができる。【0024】以上のように、本発明は、薄膜を形成しようとする基板近傍に、基板表面に平行な磁界を形成する永久磁石からなる閉ループ型磁界発生機構を配置し、薄膜形成面上の領域のプラズマ密度を大きくすることにより、従来のPCVD装置と比べて、成膜速度を大幅に向上させることが可能となる。また、中心磁石上の水平磁界は弱くプラズマ密度も小さくなるため、すなわち、薄膜形成面上の空間のプラズマ密度だけを大きくすることができるため、従来問題となっていた基板中心孔近傍の厚膜化を抑制し、薄膜形成面全体で均一な膜厚の薄膜を形成することが可能となる。

【0025】本発明の閉ループ型磁界発生機構は、磁石の着磁方向を基板に垂直に配置する場合に限らず、図4(a)、(b)に示すように、着磁方向を基板表面と平行にしてもよい。この場合も、基板表面の薄膜形成面上の中心磁石と外周磁石の間の空間に水平磁場が形成されるため、この空間にプラズマを閉じこめることができ、同様に高速でかつ均一膜厚の成膜が可能となる。なお、径方向の着磁の困難さ及びコスト面から一体型の磁石を製造するのは難しく、中心磁石は3〜5分割、外周磁石は10〜15分割したブロック磁石が好適に用いられる。

【0026】さらに、図1の構成のPCVD装置の閉ループ型磁界発生機構においては、中心磁石を省略し、外周磁石だけを用いた場合であっても本発明の効果を奏することができる。これは、基板の両側に配置した2つの外周磁石間の相互作用により、単独では外周磁石の近傍に局在する磁力線が他方の外周磁石の磁力線により中心方向に押し出され、水平磁場成分が中心方向に伸びるた

めと考えられる。この場合、着磁方向は軸方向、径方向のいずれでもよいが、2つの外周磁石が互いに反発するように配置する。さらに、中心磁石及び外周磁石の配置・構成は、上記のものに限ることはなく、例えば、外周磁石を複数個同心円状に配置する構成としてもよい。この場合、隣り合う外周磁石は磁石間の水平磁場成分が大きくなるように配置される。また、中心磁石及び外周磁石の取り付け方法も図3に示した方法には限られず、例えば、中心磁石の支柱を用いる代わりに、中心磁石ケースと外周磁石ケースとを橋かけして連結固定する方法等が用いられる。

【0027】以上は、ハードディスク基板の両面同時成膜装置について説明したが、電極4を1つとし、ディスク基板の片面側にのみ閉ループ型磁界発生機構を設けて、片面成膜の装置構成としてもよい。また、本発明のPCVD装置は、ハードディスク以外のコンパクトディスクや光ディスクについても同様に適用できることは勿論のこと、矩形状の基板、Siウエハ等の薄膜形成装置として用いることができる。例えば、太陽電池や液晶表示装置の薄膜トランジスタ(TFT)基板に用いられるアモルファスシリコンや集積回路の絶縁膜等に用いられる窒化シリコン膜の形成装置として好適に用いることができる。これらの場合も、上記した構造の閉ループ型磁界発生機構を用いて、同様に高速成膜を行うことができる。なお、膜厚均一性を一層高めるために、基板の大きさ、形状に応じて、磁石の形状、特性や基板と中心磁石及び外周磁石との距離等を最適化すればよい。また、中心磁石を配置せず、外周磁石のみを基板の表裏両側に配置することにより、均一性を高めることも可能である。また、例えば、フェライト、アルニコ、NdFeB系等、磁石の材質を使い分けることで強度を調節することができる。

【0028】また、TFT基板のような矩形状基板の場合には、中心磁石及び外周磁石とも矩形状とし、外周磁石を環状として中心磁石を囲むようにすればよい。また、外周磁石を前述したように複数個配置しても、さらには中心磁石を除いた構成としてもよい。なお、本発明において、環状とは、囲むような形状のものをいい、円であるか矩形であるかは問わない意味である。また、環状磁石を用いず、基板の一辺よりも長い棒状磁石を複数個並べて磁石間に水平磁界を形成する構成としてもよい。

【0029】また、RFパワーが大きいときは、磁石が加熱されるので、磁石を水冷や空冷等しても良い。特に、キューリー点が低い磁石を用いる場合は、このような冷却機構を設けるのが好ましく、例えば、磁石ケースを冷却用容器に収納し、容器内部に水、空気等の冷媒を通して冷却すればよい。具体的には、外周磁石の場合、磁石ケースの樋状部材19を樋状の容器に収納し、この容器を固定板15にオーリング等のシールを介して取り付けるか、直接溶接して固定すればよい。一方、中心磁

石を冷却する場合は、内部に中心磁石ケース13を収納できる空間を有する円柱状の容器に空洞の支柱をオーリング等のシールを介し、あるいは直接溶接により取り付け、この支柱を電極4、電極ブロック7を貫通させ、真空室壁1に移動可能に固定して外部から容器内部に冷媒を供給できる構成とすればよい。なお、冷媒に水を用いる場合は、磁石の腐食を防止するため、磁石を樹脂コートして保護するが好ましい。あるいは、磁石ケースを溶接、シール等により磁石を密封してもよい。また、冷却用の容器を別途用いず、磁石ケース12、13そのものを以上の容器の構造として、冷媒がケース内部を循環できる構成としても良いことは言うまでもない。

【0030】さらに、本発明においては、基板回転又は移動手段や磁石の往復運動手段等を用いて、膜厚均一性をより一層向上させるようにしてもよい。なお、磁石ケース等に付着した膜は、メンテナンスの際に、酸素プラズマ（カーボン膜の場合）、 NF_3 プラズマ（ a-Si 等）によりクリーニング処理を行うことにより、長期間安定した成膜を維持することができる。

【0031】（実施例）図1の装置を用いて、3.5あるいは2.5インチ径のA1製ハードディスク基板（中心部の孔径は1インチ）の表裏面に、ダイヤモンドライクカーボン膜の保護膜を形成した。閉ループ型磁界発生機構及び外周磁石固定板15は、図2に示す構造のものを用いた。ここで、外周径130mm、内周径110mmのSUS製ケース（1mm厚）に10mm厚、径方向幅8mmのSmCo磁石を12個収納した外周磁石を図2（c）に示す固定板に取り付け、さらに真空室の壁に基板との距離が10mmとなるように取り付けた。中心磁石については、外周径22mmのアルミナ製ケース（1mm厚）に10mm厚、径方向幅8mmのSmCo磁石を4個収納したものを外周磁石と着磁方向が逆になるように配置し、SUS製の支柱（3mm径）とナットを用いて、基板との距離が10mmとなるように取り付けた。この場合、基板表面での磁界強度は0.03Tであった。なお、電極プレートの面積は230×370mmである。

【0032】以上の構成の真空室1内に、トルエン/ H_2 の混合ガスを、ガス導入管3、電極4を介してに導入し、メインバルブ（不図示）を調節して内部を4Paに保った。電極4にRF電力を750～800W供給してプラズマを発生させ、この状態を所定時間保持して、基板の両表面にカーボン膜を堆積させた。ここで、基板には-250Vのパルス電圧（200kHz、パルス幅500nsec）を印加した。また、磁石配置と堆積速度及び膜厚均一性との関係を調べるために、中心磁石と基板との距離をプラスマイナス5mm程度移動させて同様に薄膜を形成した。さらに、比較のため、閉ループ型磁界発生機構を除いた以外は、同様にして、カーボン膜を基板上に堆積させた（比較例）。

【0033】成膜中に放電状況を外部から観察したところ、比較例の装置では、プラズマは真空室全体にわたりぼんやりと広がっていたのに対し、本実施例の装置では、図1に示すように、基板上に特に明るい部分が局在化していることが観察された。また、成膜中に基板側に流れる電流を測定したところ、比較例の場合は0.67Aであったのに対し、本実施例では2.5Aと大きな値を示した。これは、本実施例では、閉ループ型磁界発生機構によりプラズマが基板近傍の空間に閉じこめられ、高密度のプラズマ領域が形成されているのを裏付けるものと考えられる。

【0034】成膜終了後、基板を取り出し、膜厚及び膜硬度を測定したところ、比較例の場合、成膜レートは約1nm/secであったのに対し、本実施例では5～10nm/secとなり、従来の5～10倍もの高速成膜が可能となることが分かった。さらに、膜厚分布は、基板表裏面の15～45mm径の範囲でプラスマイナス1～3%と極めて均一性の高い薄膜が得られ、比較例のプラスマイナス30%に比べて、本実施例のPCVD装置が膜厚均一性の高い成膜を実現できることが分かった。基板両面から堆積する場合、前述のようにプラズマ30が基板と電極間の空間全体に広がるため、中央に孔を有するハードディスクの中央部のプラズマが基板の両面から漏れ出て、プラズマ密度に偏りを生じる。このため、ディスク中央部の膜が厚くなるという問題があったが、本実施例では、閉ループ型の磁界を形成しているため、中央部分のプラズマ密度は薄く、基板有効面の上だけが高密度領域となるため、膜厚均一性が向上したものと考えられる。また、本実施例の形状の閉ループ型磁界発生機構を用いた場合、中心磁石を外周磁石よりも基板から若干離れた方が、膜厚均一性は向上する傾向にあることが分かった。

【0035】さらに、本実施例で得られた膜の硬度は30GPaと比較例の1.5倍もの高い値となり、高密度のプラズマを基板近傍に形成することにより、成膜速度を向上させるだけでなく、膜特性を改善できることが判明した。これは、バイアス印加によるイオン引き込みと高密度プラズマとが相乗的に作用し、多量のイオン衝撃を受けて、カーボン膜はダイヤモンド構造をより多く含むダイヤモンドライクカーボン膜となったものと考えられる。

【0036】以上のように、原料ガスに CH_4 や C_2H_2 、 C_2H_4 等の炭化水素を使用した場合には、DLC膜が形成されるが、例えば、原料ガスとしてシランガスを使用した場合には、アモルファスシリコンを成膜することができる。この方法によれば、従来のプラズマ内に高密度領域を形成することになるので、放電電力増加による堆積速度を向上させる場合と異なり、膜中に欠陥を生じさせることなく、良質な膜質及び均一な膜厚分布のアモルファスシリコンを大面積の基板上に高速成膜することが

できる。この場合、基板は大型のガラス基板であるので、前述したように、矩形形状の閉ループ型発生機構等を採用すれば良い。なお、アモルファスシリコン形成の場合は、イオン種による衝撃により欠陥を生じるため、負の基板バイアスは印加しない方がよい。同様に、原料ガスにシラン・アンモニア・窒素等の反応ガスを使用した場合には、半導体や電子部品の保護膜や絶縁膜に有効である良質な膜質及び均一な膜厚分布の窒化シリコンを高速で形成することができる。

【0037】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明によれば、ハードディスク情報記録媒体である磁気ディスクのカーボン保護膜やアモルファスシリコン等の非晶質半導体あるいは窒化シリコン等の集積回路における絶縁膜等を、巨大な装置構成を必要とせず、簡単な構成で小型かつ安価に製造することができ、基板の有効表面にわたって均一な膜厚の高特性薄膜を高速で堆積することができるPCVD装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のPCVD装置の一構成例を示す概略断面図である。

【図2】閉ループ型磁界発生機構の一例を示す概略図である。

【図3】中心及び外周磁石の取り付け方法を示す概略図*

*である。

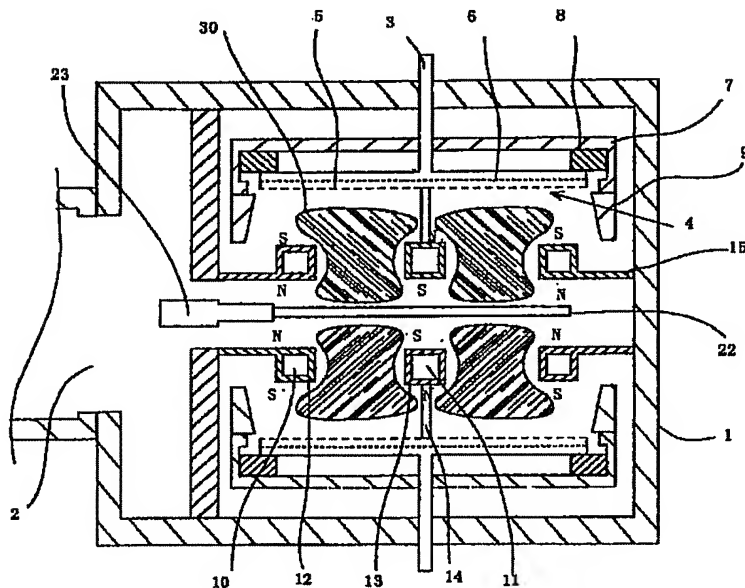
【図4】本発明の閉ループ型磁界発生機構の他の例を示す概略図である。

【図5】中心及び外周磁石と基板との配置を示す概略図である。

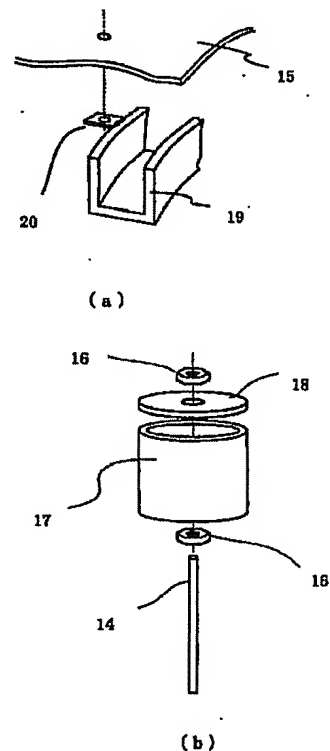
【符号の説明】

- 1 真空室、
- 2 排気口、
- 3 ガス導入管、
- 4 平板状電極、
- 5 電極プレート、
- 6 シャワープレート、
- 7 電極ブロック、
- 8 絶縁リング、
- 9 電極シールド、
- 10, 11 閉ループ型磁界発生機構（プラズマ高密度化機構）、
- 12, 13 磁石ケース、
- 14 支柱、
- 15 外周磁石ケース固定板、
- 21 基板、
- 22 基板ホルダー、
- 30 プラズマ。

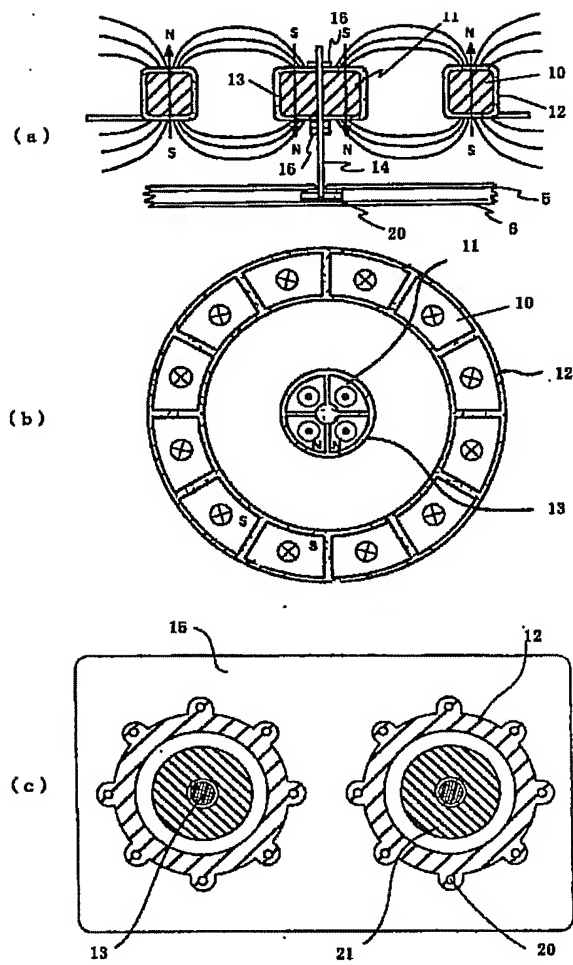
【図1】



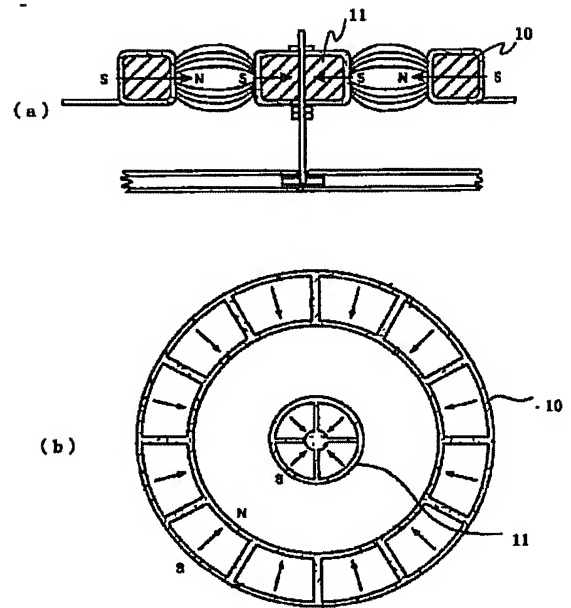
【図3】



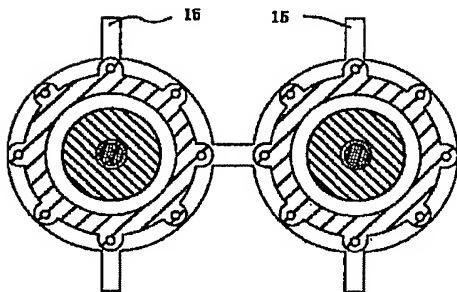
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K030 BA28 BA30 EA05 FA01 GA01
KA20 KA22 KA30 KA34 LA18
LA20
4M104 AA10 BB01 DD44 GG09
5D112 AA07 BC05 FB26 FB29
5F045 AA08 AB04 AB07 AB33 AC01
AF10 AF11 BB02 BB08 BB09
EH04 EH05 EH06 EH14 EH16
EH19 EJ01 EJ09

NOTICES *

WO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
***** shows the word which can not be translated.
In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

Claim(s)]

Claim 1] In a vacuum chamber, counter mutually, install a plate-like discharge electrode and a substrate, and reactive gas introduced in a vacuum chamber is plasma-ized by a plasma generation means, A plasma CVD device establishing closed-loop type magnetic field developmental mechanics which is a plasma CVD device which forms a thin film on a substrate, and generates a magnetic field for forming a high-density-plasma field in space between said substrate and said plate-like discharge electrode near the substrate face.

Claim 2] The plasma CVD device comprising according to claim 1:

o said plate-like discharge electrode and an opposite hand of said substrate, it is the 2nd plate-like discharge electrode.

o space between said substrate and the 2nd discharge electrode, it is the 2nd closed-loop type magnetic field developmental mechanics.

Claim 3] The plasma CVD device comprising according to claim 1 or 2:

o central magnet which said closed-loop type magnetic field developmental mechanics has been arranged at a medial axis and the same axle of said substrate, and was magnetized by these shaft orientations or diameter direction.

o periphery magnet which has been arranged at axial symmetry at the periphery, and was magnetized by said central magnet and opposite direction.

Claim 4] The plasma CVD device according to claim 1 which said closed-loop type magnetic field developmental mechanics is two annular periphery magnets arranged at both sides of said substrate, and is characterized by having arranged so that a polarizing direction of this 2 ** periphery magnet may be made vertical to a substrate's face, or parallel and it may oppose mutually.

Claim 5] A plasma CVD device given in claim 4 paragraph providing the 2nd plate-like discharge electrode and said plate-like discharge electrode and an opposite hand of said substrate.

Claim 6] A plasma CVD device given in any 1 paragraph of claims 3-5 having arranged said central magnet and/or a periphery magnet movable.

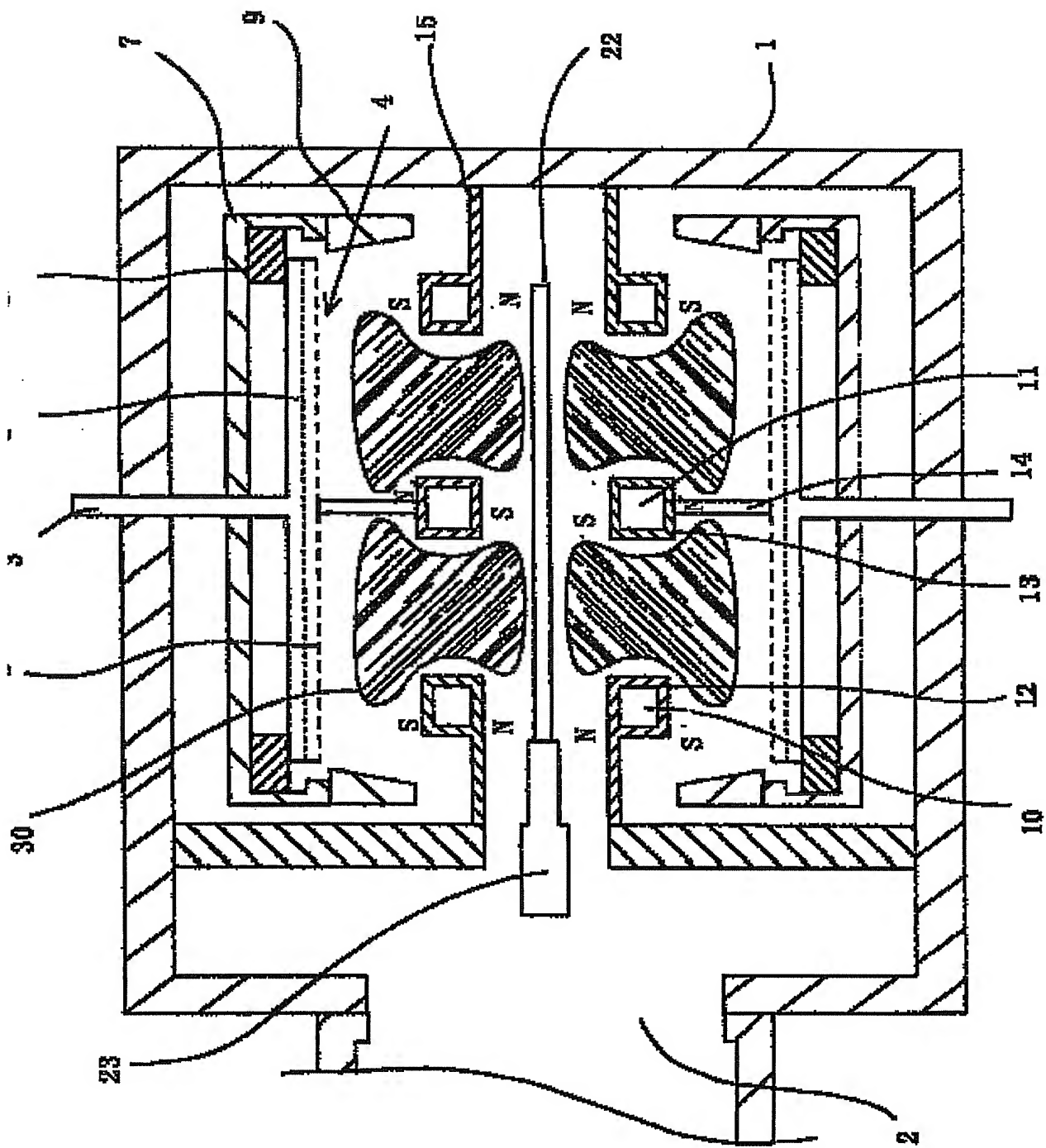
Claim 7] A plasma CVD device given in any 1 paragraph of claims 3-6 providing a cooler style in said magnet.

Claim 8]A plasma CVD device given in any 1 paragraph of claims 1-7 forming a means to impress bias to said substrate.

Claim 9]A plasma CVD device given in any 1 paragraph of claims 1-8, wherein said substrate is a substrate which has a feed hole.

Claim 10]Predetermined reactive gas is introduced into a plasma CVD device indicated in any 1 paragraph of claims 1-9, A method for forming thin film depositing a thin film which impresses electric power to said discharge electrode, generates high density plasma near [said] the substrate, and contains at least one composing element of said reactant gas on said substrate.

Translation done.]



NOTICES *

WO and INPIT are not responsible for any
images caused by the use of this translation.

.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

.**** shows the word which can not be translated.

.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a suitable plasma CVD device to form various thin films, such as an amorphous silicon, silicon nitride, diamond like carbon, etc. which are applied to a plasma CVD device and a method for forming thin film, especially are used for a magnetic disk, an integrated circuit, a liquid crystal display, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] To a plasma-CVD (PCVD) device, the thing of various equipment configurations such as a parallel plate type and an electronic cyclone resonance (ECR) type, is used for various thin film forming, and especially a parallel plate type PCVD device. Since membrane formation stable in the easy equipment configuration can be performed, it is widely put in practical use by thin film forming, such as an integrated circuit, a liquid crystal display, electronic parts, and a magnetic disk drive. thickness uniformity also with much more thin film in which these circuits, devices, etc. are used for these with deployment of a rapid miniaturization in recent years, minuteness making, and high integration is searched for -- the demand of high speed film formation has both become strong from a viewpoint of mass production nature.

[0003] The device for protective film formation of a hard disk (HD) is mentioned as an example, and the actual condition of such a PCVD device is explained. A magnetic recording medium like a hard disk equips substrate holder with the disc-like product made from aluminum or glass boards with which the hole opened at the center, from both sides of a substrate, carries out membrane formation processing one by one by the sputtering technique and the PCVD method, and produces magnetic record film and protective films, such as metal-substrate films, such as Cr, and CoCrTa. Here, a protective film is provided in order to protect said magnetic recording film from the corrosion by contact with the damage and the atmosphere by contact and rubbing with a head at the time of starting and a stop of a hard disk drive (HDD).

When [reliable] writing in and maintaining read-out over a long period of time, it is a very important component.

Also in this protective film, since the diamond like carbon (DLC) film is excellent in abrasion resistance and corrosion resistance, it is capturing the spotlight especially as a hard disk protective film. The plasma CVD device for DLC film formation arranges a disc substrate between two plate shaped electrodes in a vacuum chamber. After introducing the reactant gas of hydrocarbon systems, such as methane (CH_4) and toluene

$C_6H_5CH_3$), RF power is supplied to two plate shaped electrodes, respectively, and plasma is generated. Reactive gas is activated by plasma, the generated active species accumulates on a substrate and a carbon film is simultaneously formed in substrate both sides.

1004]

Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the conventional parallel plate type discharge method, since plasma has spread to a substrate and the inter-electrode whole space, a carbon film is deposited not only on a substrate but on the electrode section in contact with plasma. That is, plasma spread in the whole vacuum chamber, and since the density of the substrate circumference became thin, there was a problem that the rate of sedimentation to a substrate top was slow. As a result, it was [process protective film formation] rate-limiting in a series of hard disk manufacturing processes from the magnetic information record stratification by a sputtering technique to the carbon protective film formation by plasma CVD. Therefore, high throughput-ization of a system is attained, and in order to build the system which was excellent in mass production nature, the plasma CVD device in which the high speed film formation of a carbon film is possible becomes indispensable.

1005]Even if it is a PCVD device of a more than, the rate of sedimentation improves to some extent by making supplied power, a gas mass flow, and reactant gas concentration increase, but. It is not enough to obtain the above-mentioned high throughput, and the actual condition is that restrictions of deterioration of the membraneous quality by polymerization, enlargement of the flue system of a device, the field of material cost, etc. to the rate of sedimentation has stopped [sec] in about at most 1nm / . There was a problem that the conventional PCVD device had the low thickness uniformity of a hard disk substrate side.

1006]Then, electron cyclotron resonance (ECR) plasma CVD method (JP,2-225672,A), magnetron plasma CVD method (JP,3-247770,A), etc. are proposed in order to raise the rate of sedimentation. However, an ECR plasma CVD system, The problem of becoming a plasma generation means being large and complicated [the whole device] and expensive was, and also in the disk feed-hole part or the disk peripheral part, thickness became thick, and there was a problem that it was difficult to obtain the DLC film of uniform thickness by the large area of a substrate face. On the other hand, the trial which improves the thickness uniformity of a disc substrate side by attaching a dummy ring to the feed hole of a disk, and forming membranes is made so that it may be indicated by JP,11-246972,A, but. Man days, such as attachment of a ring and removal, increased, and after productivity fell on the contrary, there was a problem

1007]On the other hand, although magnetron plasma CVD method tends to arrange a magnet in a discharge electrode, tends to make the plasma density of the electrode circumference increase by the magnetic field and tends to raise the rate of sedimentation, Comparing with the usual parallel plate type, the rate of sedimentation had the thing problem of what is improved that it could not say that it is still enough, but thickness uniformity was still lower. Although the improvement of thickness uniformity is aimed at by moving a substrate in the method indicated to JP,3-247770,A, while the mechanism to which a substrate is moved is needed and the whole device is enlarged, the stability of discharge falls with movement and there is a problem of becoming easy to generate garbage.

1008]Although the above describes the PCVD device which performs double-sided simultaneous membrane formation of a hard disk substrate, Also about the case where an amorphous silicon, silicon

nitride, etc. are formed on one side of a Si wafer or a glass substrate. In amorphous silicon manufacture, as, such as Silang and a disilane, is used for material gas, Except using reactant gas, such as the Silang ammonia nitrogen, for silicon nitride effective in the protective film and insulator layer of a semiconductor or electronic parts, the situation is the same and membrane formation of the nearby high speed is desired about these thin films.

[009]In view of each of above-mentioned problems, this invention can be produced small and cheaply with easy composition, and an object of this invention is for thickness to provide the plasma CVD device which can deposit a uniform thin film at high speed over the surface where a substrate is effective. It aims at providing the method for forming thin film which can be deposited on a high speed and uniform thickness for various thin films.

[010]

[Means for Solving the Problem]This invention solves a problem concerning the conventional PCVD device, that the above-mentioned purpose should be attained, as a result of examining wholeheartedly high-density plasma effective in high speed film formation, and its effective method of shutting up, it is carried out, and it comes to complete it. Namely, in a vacuum chamber, a plasma CVD device of this invention counters mutually, and installs a plate-like discharge electrode and a substrate, Reactive gas introduced in a vacuum chamber is plasma-ized by a plasma generation means, Closed-loop type magnetic field developmental mechanics which is a plasma CVD device which forms a thin film on said substrate, and generates a magnetic field for forming a high-density-plasma field in space between said substrate and said plate-like discharge electrode near the substrate face was established. Thus, by establishing closed-loop type magnetic field developmental mechanics near the substrate in a vacuum chamber, a magnetic field parallel to a substrates face can occur, and, thereby, high-density plasma can be shut up now near the substrate. As a result, since active species effective in deposition of a thin film generates so much near the substrate and spread on a substrate, it becomes possible to form a thin film by the high rate of sedimentation. And it becomes possible by choosing a reactive gas kind to carry out high speed film formation of the various thin films, such as an amorphous silicon, silicon nitride, and a DLC film.

[011]As for said closed-loop type magnetic field developmental mechanics, it is preferred to ** constitute with said central magnet and a periphery magnet magnetized by opposite direction by being arranged at axial symmetry at a central magnet which has been arranged at a medial axis and the same axle of said substrate, and was magnetized by these shaft orientations or diameter direction, and its periphery. By forming a magnetic field parallel to a substrates face using a permanent magnet, membrane formation which became possible [plasma] to be shut up effectively and to form a high-density-plasma field near the substrate, and was excellent in thickness uniformity as a result at high speed can be performed. Since a permanent magnet is used, by choosing the shape, magnetic properties, etc. suitably, a suitable magnetic field for each can be easily formed also about a substrate of various shape and a size, and it is a high speed and it becomes possible to form a thin film uniformly. In this invention, it is good also as composition arranged so that two annular periphery magnets are arranged, a polarizing direction of this 2 ** periphery magnet may be made vertical to a substrates face, or parallel and said closed-loop type magnetic field developmental mechanics may be mutually ****ed on both sides of said substrate. Thus, even if it is a case where a central magnet is omitted, since a horizontal magnetic field field is formed toward a central direction of an interaction of two periphery magnets, like a case where a central magnet has been arranged, plasma

puts up, an effect is acquired, and high speed film formation and uniform thickness membrane formation can be realized by it.

012]In this invention, the 2nd plate-like discharge electrode can be provided in said plate-like discharge electrode and an opposite hand of said substrate, and the 2nd [further] closed-loop type magnetic field developmental mechanics can also be provided in them. By having this composition, high-speed simultaneous membrane formation of substrate both sides can be attained, and the productivity of a hard disk, a compact disk, an optical disc, etc. can be raised especially more. closed-loop type magnetic field developmental mechanics of this invention -- holes, such as a hard disk, -- thick film-ization around a feed hole which became a problem conventionally with a vacancy board can be prevented, and homogeneous membrane which was excellent no matter it might be what shape can be obtained.

013]As for said central magnet and a periphery magnet, it is preferred respectively to suppose that it is movable. Magnetic field shape and intensity can be optimized by adjusting distance of a magnet and a substrate, and thickness uniformity can be raised further, and even if it is a substrate of various shape, such as a disc substrate, a wafer, and a glass substrate, and a size, it becomes possible to form a thin film at high speed with high thickness uniformity.

014]In a plasma CVD device of this invention, it is preferred to provide a cooler style in said magnet. As a result of controlling a magnetic rise in heat and being able to prevent change of magnetic field strength, even when forming membranes by big RF power, stable membrane formation can be performed. It is referred to form a means to impress bias to said substrate. While controlling quantity of ion which flows into substrate by establishing a bias applying means, and energy, it becomes possible to heighten an effect further in slight closing depth of plasma. As a result, a thin film of a high characteristic can be formed more according to a synergistic effect of a high-density operation of plasma and an operation of board bias. For example, it becomes possible to obtain a diamondlike carbon film of very high hardness, and it becomes possible to provide a protective film also corresponding to lamination of a protective film demanded when sensitization of the hard disk will be carried out further from now on.

015]A method for forming thin film of this invention introduces predetermined reactive gas into a plasma CVD device of above-mentioned this invention, impresses electric power to said discharge electrode, generates high density plasma near [said] the substrate, and deposits a thin film containing at least one composing element of said reactant gas on said substrate. While much more high characteristic-ization of a thin film is attained by forming high density plasma near the substrate and using energy and quantity of an operation of high density plasma, and ion controlled further, this high characteristic thin film can be formed at high speed and uniform thickness.

016]

Embodiment of the Invention]Below, the embodiment of this invention is described based on a drawing. The example of 1 composition of the PCVD device of this invention is shown in drawing 1 - 3. The outline sectional view showing the entire configuration of a PCVD device for drawing 1 to form a protective film in both sides of a hard disk substrate simultaneously, drawing 2, and 3 are the schematic diagrams showing closed-loop type magnetic field developmental mechanics and a mounting arrangement for the same.

017]The plate shaped electrode 4 which a PCVD device is connected with the gas introducing pipe 3 inside the vacuum chamber 1 which has the exhaust port 2 and the gas introducing pipe 3 as shown in drawing 1, and has many gas ports, 2 sets is arranged at the both sides of the substrate holder 22 in which

the closed-loop type magnetic field developmental mechanics 10 and 11 for raising the plasma density of the upper part of the film tip part of a substrate and ** hold a hard disk substrate, and it has become an equipment configuration which can form a thin film in both sides of the hard disk substrate of two sheets multaneously.

[0018]In drawing 1, the shower plate 6 is formed in the inside so that the electrode 4 connected with an RF generator (un-illustrating) may blow off from the electrode plate 5 which has much rocket engine jets to the substrate side uniformly [gas]. This electrode 4 is supported by the electrode blocks 7 which are in earth potentials via the insulating ring 8, and in order to prevent discharge with the electrode plate 5 and the wall of the vacuum chamber 1, the electrode shield 9 is formed in these electrode blocks 7. The part by the side of the electrode 4 of the gas introducing pipe 3 comprises an insulation material, and is maintaining the gas introducing pipe 3 at earth potentials. The exhaust port 2 is connected to the exhaust via the unillustrated main valve. [0019]As shown in drawing 2 (a) and (b), the closed-loop type magnetic field developmental mechanics 10 and 11 is perpendicular to a substrate's face, consists of the central magnet 11 and the periphery magnet 10 which were mutually magnetized by the opposite direction, and is stored by the cases 13 and 12, respectively. Plasma is shut up between the central magnet on a substrate, and a periphery magnet by the magnetic field parallel to the substrate's face formed with a central magnet and a periphery magnet, and a high-density plasma region generates it near the substrate by it. Although the block magnet divided into 12 is used for the quadrisected block magnet and the periphery magnet in the example of drawing 2 (b) at the central magnet 11, an integral-type magnet may be used. The block magnet of which 1-quadrisection was done is usually suitably used for ten to 15 division, and a central magnet from a viewpoint of handling nature, cost, and the ease of making at a periphery magnet.

[0020]The central magnet 11 is dedicated in the case 13 which consists of the cylindrical member 17 shown in drawing 3 (b), and the cover material 18, and from both ends, it binds tight to the support 14 in which the screw was formed with the nut 16, and is being fixed to it, and the distance of a substrate and a magnet can be freely adjusted by moving a nut position. The collar 20 is formed in the end part of the support 14 (drawing 2 (a)), and the central magnet is supported by pinching this collar 20 with the electrode plate 5 and the shower plate 6. On the other hand, as the periphery magnet 10 is shown in drawing 3 (a), it is stored in the gutter-shaped member 19 of ring shape, and it is fixed to the periphery magnet stationary plate 15 which also plays the role of a lid via the screw fastening plate 20, and this stationary plate 15 is attached to the wall of the vacuum chamber 1 movable.

[0021]Although a stainless material can be used for the cases 13 and 12 of a central magnet and a periphery magnet, here, As for the central magnet case 13, since high-frequency power is added and the weld slag of the case material may be carried out, it is preferred to use the case of the same material as the sputtering ceramic material (alumina etc.) of a sputtering yield or the thin film which it is going to deposit. Although stainless material can be used also about the support of a central magnet case, and a nut, a ceramic material etc. can be used like a case. As a permanent magnet, rare earth metal system magnets, such as SmCo, are used suitably, and the shape, magnetic properties, etc. are defined according to the size of a substrate, shape, etc. The magnet of other construction material, such as an Alnico alloy, may be used.

[0022]Drawing 2 (c) is a flat-surface schematic diagram showing the physical relationship of a magnet, the substrate 21, and the periphery magnet stationary plate 15, and the edge of the stationary plate 15 is attached to the wall of a vacuum chamber movable. Since the gas which blows off from the electrode plate

y constituting in this way flows on the substrate 21 through high-density-plasma space altogether, it can rise the utilization efficiency of reactant gas. It seems that the shape of a stationary plate may be shown, for example in drawing 5 not only in this.

1023]The substrate holder 22 is an electrode holder which can two-sheet carry a hard disk substrate, supports the peripheral side face of a disc substrate by about 3-4 pawls, and has the composition of holding the whole substrate holder with the support 23. A bias voltage applying means (un-illustrating) is connected to the substrate holder 22, and the quantity of the ion which enters into a substrate, and energy can be controlled. Here, as a bias applying means, high frequency, a pulse, or DC power supply can be used by the quality of a substrate material, etc.

1024]As mentioned above, by this invention's arranging the closed-loop type magnetic field developmental mechanics which consists of a permanent magnet which forms a magnetic field parallel to a substrate face near the substrate which is going to form a thin film, and enlarging plasma density of the field on a thin coating film forming face, Compared with the conventional PCVD device, it becomes possible to raise membrane formation speed substantially. Since as for the horizontal magnetic field on a central magnet it is weak and plasma density also becomes small, That is, since only plasma density between thin coating film forming face absentminded can be enlarged, thick film-ization near [which had become a problem conventionally] the substrate feed hole is controlled, and it becomes possible to form the thin film of uniform thickness in the whole thin coating film forming face.

1025]The closed-loop type magnetic field developmental mechanics of this invention may make a polarizing direction parallel with a substrate face, as shown not only when arranging a magnetic polarizing direction at right angles to a substrate, but in drawing 4 (a) and (b). Since a horizontal magnetic field is formed in the space between the central magnet on the thin coating film forming face of a substrate face, and a periphery magnet also in this case, plasma can be confined in this space, it is a high speed similarly and membrane formation of uniform thickness is attained. It is difficult to manufacture an integral-type magnet from the difficulty and cost aspect of magnetization of a diameter direction, and the block magnet with which the central magnet divided three to 5 division and a periphery magnet into 10-15 is used suitably.

1026]In the closed-loop type magnetic field developmental mechanics of the PCVD device of the composition of drawing 1, a central magnet is omitted, and even if it is a case where only a periphery magnet is used, the effect of this invention can be done so. The line of magnetic force which carries out localization near the periphery magnet by the interaction between two periphery magnets arranged on both sides of a substrate if independent is extruded by the central direction with the line of magnetic force of the periphery magnet of another side, and this is considered to extend a horizontal magnetic field ingredient to central direction. In this case, although any of shaft orientations and a diameter direction may be sufficient as a polarizing direction, it is arranged so that two periphery magnets may oppose mutually. Arrangement and composition of a central magnet and a periphery magnet are good also as composition which does not restrict to the above-mentioned thing, for example, arranges two or more periphery magnets to concentric circle shape. In this case, an adjacent periphery magnet is arranged so that the horizontal magnetic field ingredient between magnets may become large. The method of carrying out the bridging of a central magnet case and the periphery magnet case, and carrying out a connecting lock, etc. are used instead of the mounting arrangement of a central magnet and a periphery magnet not being restricted to the method shown in drawing 3, either, for example, using the support of a central magnet.

1027]Although the double-sided simultaneous film deposition system of the hard disk substrate was explained, the above considers it as the one electrode 4, provides closed-loop type magnetic field developmental mechanics only in the one side side of a disc substrate, and is good also as an equipment configuration of one side membrane formation. The PCVD device of this invention can be used as systems for thin film deposition, such as a substrate of rectangular shape, and a Si wafer, not to mention being applicable to compact disks and optical discs other than a hard disk similarly. For example, it can use conveniently as a forming device of the silicon nitride film used for an amorphous silicon, an insulator layer of an integrated circuit, etc. which are used for the thin film transistor (TFT) board of a solar cell or a liquid crystal display. High speed film formation can be similarly performed using the closed-loop type magnetic field developmental mechanics of the structure above-mentioned also in these cases. What is necessary is just to optimize magnetic shape, the characteristic, distance with a substrate, a central magnet, and a periphery magnet, etc. according to the size of a substrate, and shape, in order to improve thickness uniformity further. It is also possible by not arranging a central magnet but arranging only a periphery magnet to the front, back, and both sides of a substrate to improve homogeneity. For example, a ferrite, an Inco alloy, a NdFeB system, etc. can adjust intensity by using magnetic construction material properly.

1028]What is necessary is just to surround a central magnet in the case of a rectangular shape board like a TFT substrate, also using a central magnet and a periphery magnet with a rectangle, and using a periphery magnet as annular. As the periphery magnet was mentioned above, even if it arranges more than one, it is still better also as composition except a central magnet. In this invention, annular means a what [is surrounded]-shaped thing and whether it is a circle or it is a rectangle are a meaning which is not asked. It is good also as composition which puts in order two or more cylindrical magnets whose substrate is longer than one side, and forms a horizontal magnetic field between magnets not using a ring magnet.

1029]Since a magnet is heated when RF power is large, water cooling, air cooling, etc. may carry out a magnet. Especially when using a magnet with a low curie point, it is preferred to provide such a cooler style. For example, it stores a magnet case in the container for cooling, and should just cool through refrigerants, such as water and air, inside a container. What is necessary is to store the gutter-shaped member 19 of a magnet case in a gutter-shaped container, to attach this container to the stationary plate 15 via seals, such as an o ring, or to weld directly and just to specifically fix in the case of a periphery magnet. On the other hand, when cooling a central magnet, the support of a cave via seals, such as an o ring, in the cylindrical container which has the space which can store the central magnet case 13 inside, Or what is necessary is just to have composition which attaches by welding directly, makes the electrode 4 and the electrode blocks penetrate, fixes this support to the vacuum chamber wall 1 movable, and can supply a refrigerant to the inside of a container from the exterior. When using water for a refrigerant, in order to prevent magnetic corrosion, it is desirable, although the resin coat of the magnet is carried out and it is protected. Or a magnet may be sealed for a magnet case with welding, a seal, etc. It cannot be overemphasized that it is good also as composition in which a refrigerant can circulate the magnet case 12 and 13 themselves through a case interior as a structure of the above container not using the container for cooling separately.

1030]It may be made to raise thickness uniformity further in this invention using substrate rotation or a transportation device, a magnetic reciprocating means, etc. The film adhering to a magnet case etc. can maintain the membrane formation stable for a long period of time by performing cleaning treatment by

oxygen plasma (in the case of a carbon film), and NF_3 plasma (a-Si etc.) in the case of a maintenance.

031](EXAMPLE) The protective film of the diamond like carbon film was formed in the surface and rear surface of the hard disk substrate made from aluminum of 3.5 or 2.5 inch diameters (the aperture of the central part is 1 inch) using the device of drawing 1. The thing of the structure shown in drawing 2 was used in closed-loop type magnetic field developmental mechanics and the periphery magnet stationary plate 15. Here, the periphery magnet which stored 10-mm thickness and 12 SmCo magnets with a diameter direction width of 8 mm in the with the peripheral diameter of 130 mm and a diameter of inner circumference of 110 mm case made from SUS (1-mm thickness) was attached to the stationary plate shown in drawing 2 (c), and attached so that distance with a substrate might become a wall of a vacuum chamber with 10 mm further. About a central magnet, in the case made from alumina with a peripheral diameter of 22 mm (1-mm thickness), 10-mm thickness, What stored four SmCo magnets with a diameter direction width of 8 mm has been arranged so that a periphery magnet and a polarizing direction may become reverse, and using the support (diameter of 3 mm) and nut made from SUS, it attached so that distance with a substrate might be set to 10 mm. In this case, the magnetic field strength in the substrate face was 0.03T. The area of an electrode plate is 230x370 mm.

032]in the vacuum chamber 1 of the above composition, the mixed gas of toluene / H_2 was boiled and introduced via the gas introducing pipe 3 and the electrode 4, the main valve (un-illustrating) was adjusted, and the inside was kept at 4 Pa. RF power was supplied to the electrode 4 750-800W, plasma was generated, predetermined time maintenance of this state was carried out, and the carbon film was made to deposit on both the surfaces of a substrate. Here, the pulse voltage (200 kHz, 500 ns of pulse width) of -50V was impressed to the substrate. In order to investigate the relation between magnet arrangement, the rate of sedimentation, and thickness uniformity, about 5 mm of plus or minus moved the distance of a central magnet and a substrate, and the thin film was formed similarly. The carbon film was made to deposit on a substrate in a similar manner except having removed closed-loop type magnetic field developmental mechanics for comparison (comparative example).

033]When the discharge situation was observed from the outside during membrane formation, as shown in drawing 1, with the device of the comparative example, it was observed with the device of this example to plasma having spread vacantly over the whole vacuum chamber that the bright portion has localized specially on a substrate. When the current which flows during membrane formation at the substrate side was measured, in the case of the comparative example, this example showed 2.5A and a big value to having been 0.67A. By this example, plasma is confined in the space near the substrate by closed-loop type magnetic field developmental mechanics, and this is considered to prove that the high-density plasma regions formed.

034]when the substrate was taken out after the end of membrane formation and thickness and film hardness were measured, in the case of the comparative example, the membrane formation rate was about 10 nm/sec -- it turned out that it receives, and it is set to sec in 5-10nm /in this example, and no less than 5 to 10 times [over the past] as much high speed film formation becomes possible. As for thickness distribution : turned out that a homogeneous high thin film is extremely obtained with 1 to 3% of plus or minus in the range of the diameter of 15-45 mm of a substrate surface and rear surface, and the PCVD device of this example can realize high membrane formation of thickness uniformity compared with plus-or-minus 30% of

comparative examples. Since the plasma 30 spreads to a substrate and the inter-electrode whole space as mentioned above when depositing from substrate both sides, the plasma of the center section of the hard disk which has a hole leaks and comes out from both sides of a substrate in the center, and a bias is introduced in plasma density. For this reason, although there was a problem that the film of a disk center section became thick, by this example, since the closed-loop type magnetic field is formed, the plasma density of a center portion is thin, and since only a substrate significant surface top serves as a high density area, it is thought that thickness uniformity improved. It turned out that the direction of thickness uniformity which separated the central magnet from the substrate a little rather than the periphery magnet tends to improve when the closed-loop type magnetic field developmental mechanics of the shape of this example is used.

035]It not only raises membrane formation speed, but it became clear that membrane characteristics were improvable by the hardness of the film obtained by this example becoming one no less than 1.5 times the high value [30GPa and] of a comparative example, and forming high-density plasma near the substrate. It is thought that ion drawing in and high density plasma according [this] to bias application acted synergistically, and became a diamond like carbon film in which a carbon film includes more diamond structures in response to a lot of ion bombardments.

036]As mentioned above, when hydrocarbon, such as CH_4 and $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, is used for material gas, a DLC film is formed, but when silane gas is used as material gas, an amorphous silicon can be formed, for example. High speed film formation of the amorphous silicon of good membrane quality and uniform thickness distribution can be carried out to the substrate of a large area, without producing a defect in a film unlike the case where the rate of sedimentation by the increase in discharge electricity is raised, since a high density area will be formed in the conventional plasma according to this method. In this case, what is necessary is just to adopt the closed-loop typogenesis mechanism of rectangular shape, etc., as mentioned above since a substrate is a large-sized glass substrate. It is better not to impress negative board bias, since defect is produced by the shock by ionic species in amorphous silicon formation. Similarly, when reactant gas, such as the Silang ammonia nitrogen, is used for material gas, the silicon nitride of good membrane quality effective in the protective film and insulator layer of a semiconductor or electronic parts and uniform thickness distribution can be formed at high speed.

037]

Effect of the Invention]By the above explanation, according to this invention, the insulator layer in integrated circuits which are hard-disk-information recording media, such as noncrystalline semiconductors, such as a carbon protective film of a magnetic disk, and an amorphous silicon, or silicon nitride, etc. so that clearly, It becomes possible to provide the PCVD device which cannot need a huge equipment configuration, but can manufacture small and cheaply with easy composition, and can deposit the high characteristic thin film of uniform thickness at high speed covering the effective surface of a substrate.

NOTICES *

WO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

***** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

Brief Description of the Drawings]

Drawing 1] It is an outline sectional view showing the example of 1 composition of the PCVD device of this invention.

Drawing 2] It is a schematic diagram showing an example of closed-loop type magnetic field developmental mechanics.

Drawing 3] It is a schematic diagram showing the mounting arrangement of a center and a periphery magnet.

Drawing 4] It is a schematic diagram showing other examples of the closed-loop type magnetic field developmental mechanics of this invention.

Drawing 5] It is a schematic diagram showing ***** of a center and a periphery magnet, and a substrate.

Description of Notations]

Vacuum chamber,

Exhaust port,

Gas introducing pipe,

Plate shaped electrode,

Electrode plate,

Shower plate,

Electrode blocks,

Insulating ring,

Electrode shield,

0, 11 closed-loop type magnetic field developmental mechanics (plasma densification mechanism),

2, 13 magnet cases,

4 Support,

5 Periphery magnet case stationary plate,

1 Substrate,

2 Substrate holder,

0 Plasma.

Translation done.]

NOTICES *

'0 and INPIT are not responsible for any
images caused by the use of this translation.

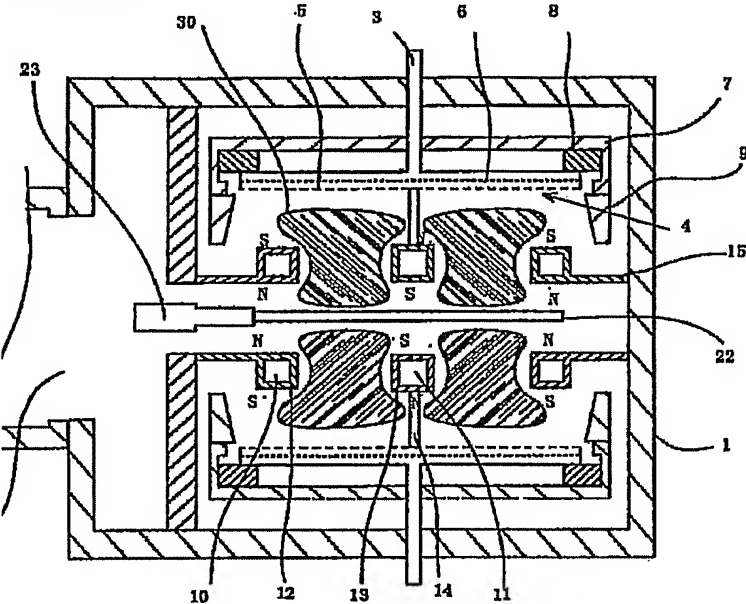
.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

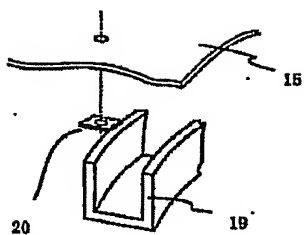
.In the drawings, any words are not translated.

RAWINGS

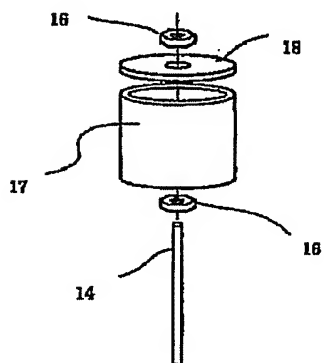
rawing 1]



rawing 3]

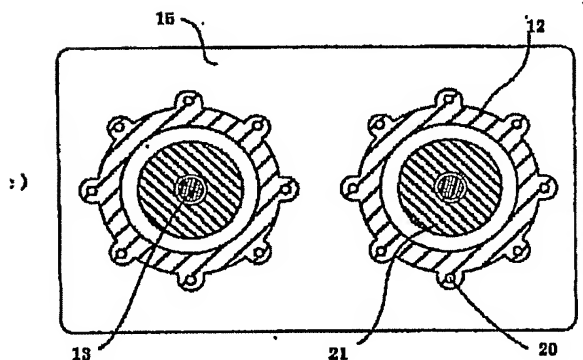
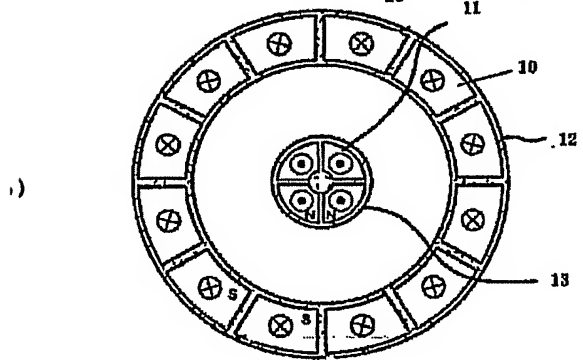
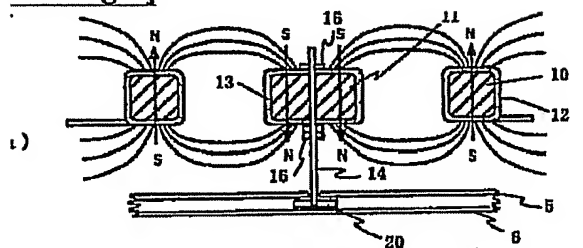


(a)

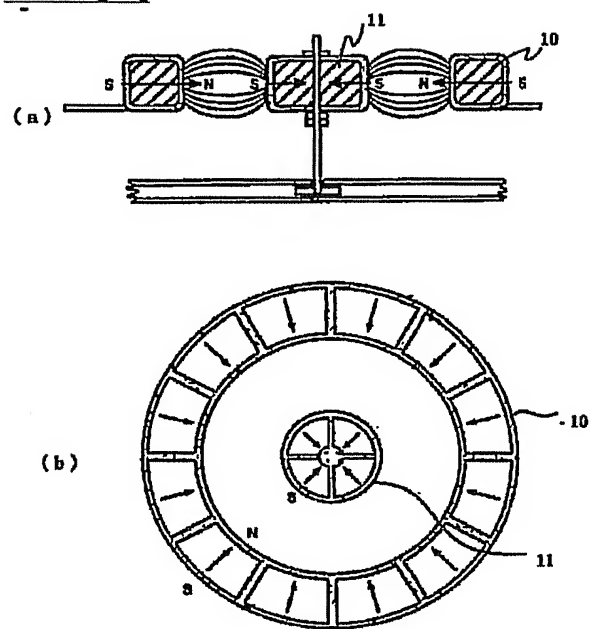


(b)

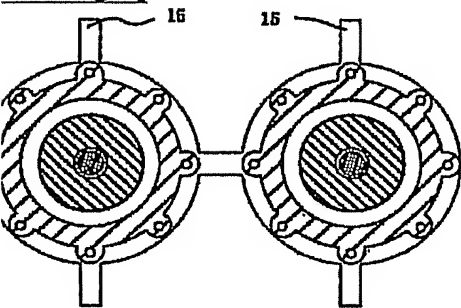
Drawing 2]



Drawing 4]



Drawing 5]



[translation done.]